

Группа: К3221

Студент: Дощенников Никита

Преподаватель: Попов Антон Сергеевич

К работе допущен:

Работа выполнена:

Отчет принят:

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.02

Цель работы

1. Исследовать зависимость полной мощности, полезной мощности, мощности потерь, падения напряжения во внешней цепи и КПД источника от силы тока в цепи.
2. Найти значения параметров источника: электродвижущей силы и внутреннего сопротивления, оценить их погрешность.

Введение

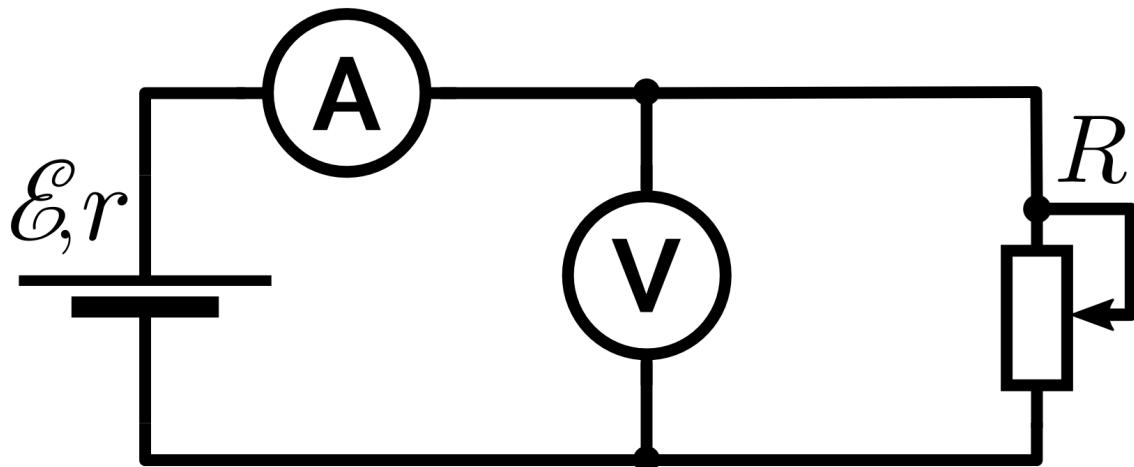


Рис. 1: Принципиальная электрическая схема лабораторной установки

Основные формулы

Формула	Пояснение
$U = \mathcal{E} - Ir$	Закон Ома для замкнутой цепи
$I_K = \frac{\mathcal{E}}{r}$	Сила тока короткого замыкания цепи
$P = I^2R + I^2r$	Полная мощность тока
$P_R = \mathcal{E}I - I^2r$	Полезная мощность тока
$P_{R\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$	Максимум полезной мощности в нагрузке
$\eta = \frac{P_R}{P} = \frac{UI}{\mathcal{E}I} = \frac{U}{\mathcal{E}}$	КПД тока
$\eta = \frac{\mathcal{E}-Ir}{\mathcal{E}} = 1 - \frac{Ir}{\mathcal{E}}$	КПД тока
$R = \frac{I_K}{\mathcal{E}}$	Внутреннее сопротивление источника ЭДС

Табл. 1: Основные формулы

Обработка результатов

График зависимости $U(I)$

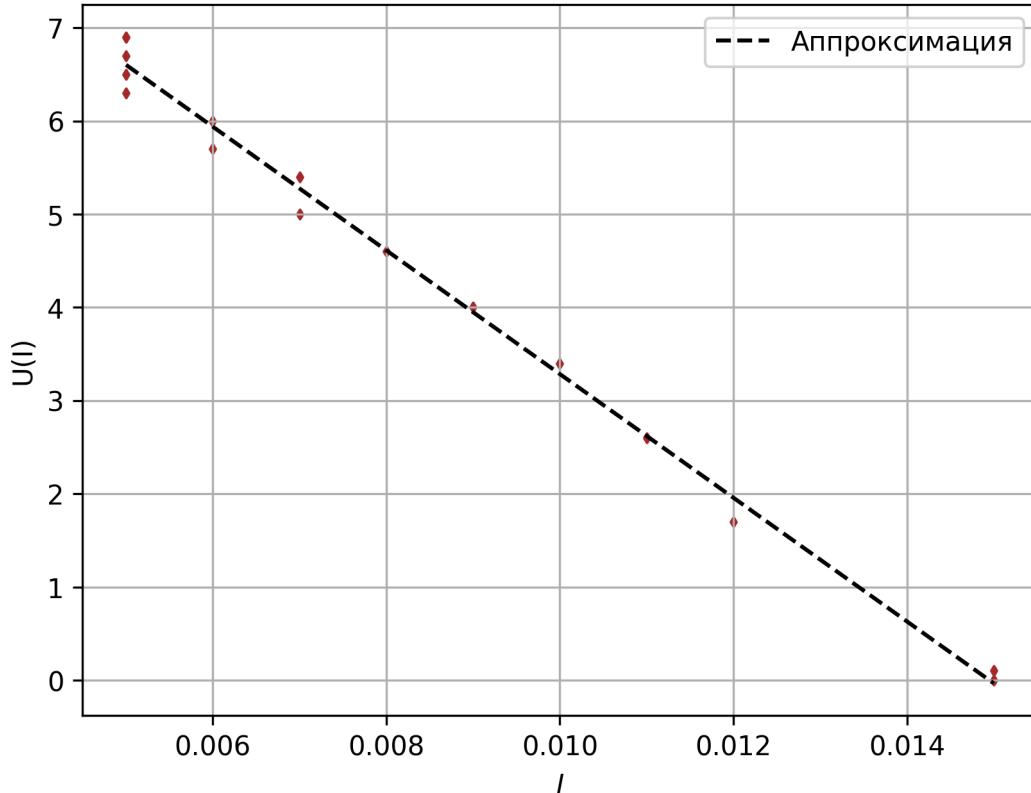


Рис. 2: График зависимости $U(I)$

По графику на Рис. 2 видно, что зависимость действительно имеет линейный характер.

Поиск параметров зависимости

Так как зависимость имеет линейный характер, ее можно представить в виде $y = Ax + B$, где:

- $|A| = r$
- $B = \mathcal{E}$

С помощью метода наименьших квадратов нашел параметры полученной зависимости:

- $r = 663.583$
- $\mathcal{E} = 9.921$

Найдем погрешности.

- погрешность r .

$$\Sigma r = \sqrt{\frac{N}{N \sum I_i^2 - (\sum I_i)^2} \cdot \frac{\sum (U_i - (\mathcal{E} - rI_i))^2}{N - 2}}$$

Где $N = 16$, $\sum I_i$ - сумма всех измеренных токов, $\sum I_i^2$ - сумма квадратных токов, $\sum (U_i - (\mathcal{E} - rI_i))^2$ - сумма квадратов отклонений между экспериментальными U_i и рассчитанными по модели

$$r = 663.583 \pm 2.1 \text{ Ом}$$

- погрешность \mathcal{E}

$$\Delta \mathcal{E} = \sqrt{\frac{\sum I_i^2}{N \sum I_i^2 - (\sum I_i)^2} \cdot \frac{\sum (U_i - (\mathcal{E} - rI_i))^2}{N - 2}}$$

$$\mathcal{E} = 9.921 \pm 0.05 \text{ В}$$

Полная, полезная, мощность потерь используя результаты измерения напряжений

U и силы тока I и найденные величины \mathcal{E} и r , вычислил и внес в Табл. 2 значения полезной $P_R = UI$, полной $P = \mathcal{E}I$ мощности, а также мощность потерь $P_S = I^2r$

Графики зависимостей всех мощностей

Построили графики зависимостей всех мощностей от силы тока на одном графическом поле (Рис. 3)

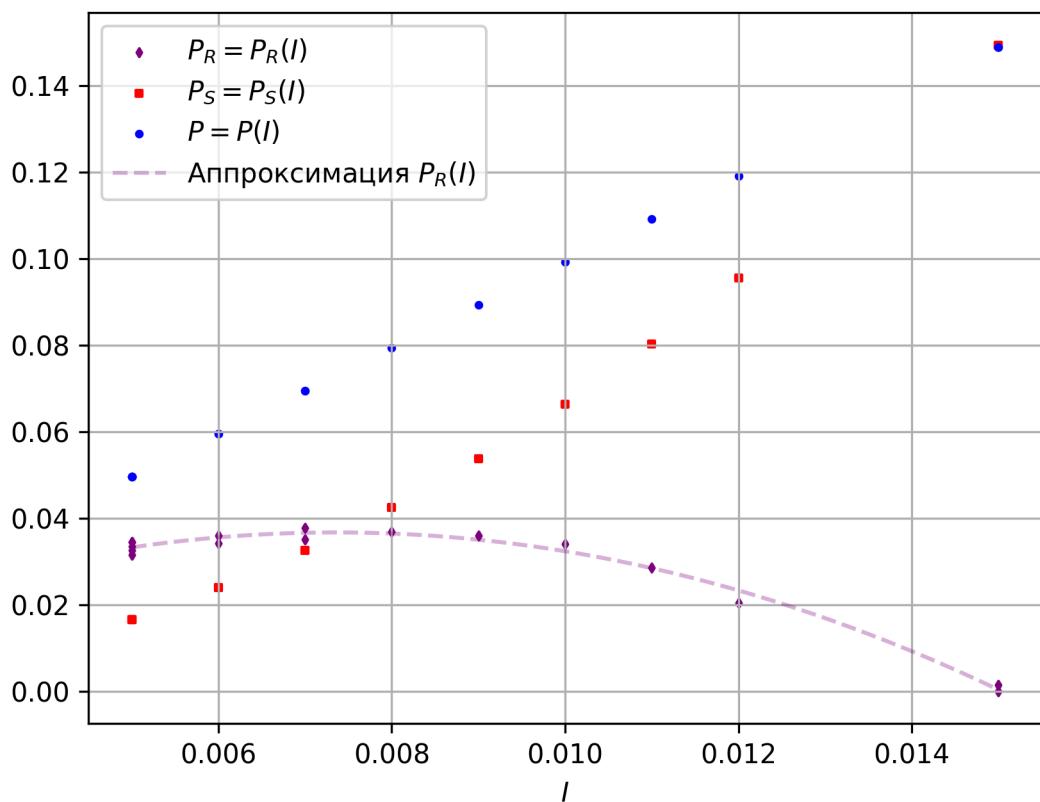


Рис. 3: График зависимостей $P = P(I)$, $P_R = P_R(I)$, $P_S = P_S(I)$

С помощью графика $P_R = P_R(I)$ нашел значение силы тока $I^* = 0.0075\text{A}$ (Рис. 4)

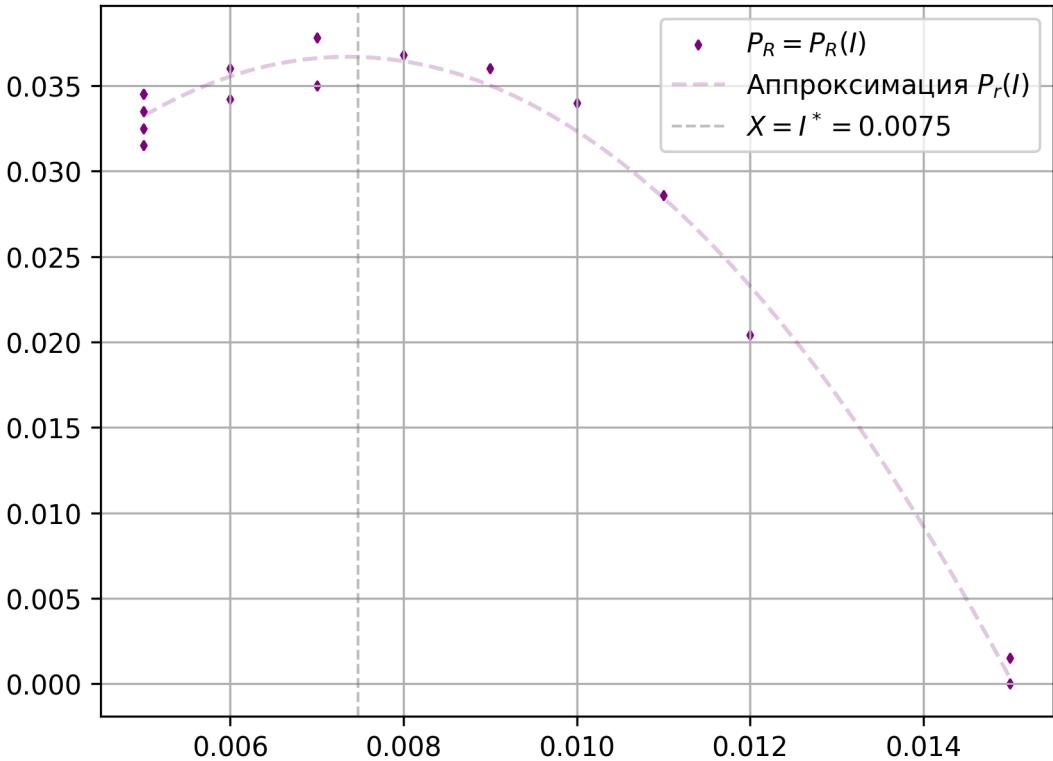


Рис. 4: Значение силы тока I^* на графике $P_R = P_R(I)$

Найдем $P_{R \max}$ по Рис. 4:

- $P_{R \max}$ - вершина параболы функции $P_R(I)$.
- $P_{R \max} = 0.037$ Вт

Найдем сопротивление R , подставив $P_{R \max}$ и I^* в формулу $P_R = I^2 R$:

- $P_{R \max} = (I^*)^2 R \Rightarrow R = \frac{P_{R \max}}{(I^*)^2} = \frac{0.037}{0.0075^2} = 656.644$ Ом
- $r = 663.583$ Ом

Сопротивления примерно равны между собой.

$$\frac{R}{r} \approx 0.99, \quad \text{разница } 1\%$$

КПД

Найдем значения КПД как функции силы тока $\eta = \eta(I)$, построив соответствующий график. Также продолжим график до пересечения с осями координат.

Воспользуемся формулой $\eta = \frac{P_R}{P}$ для вычисления КПД.

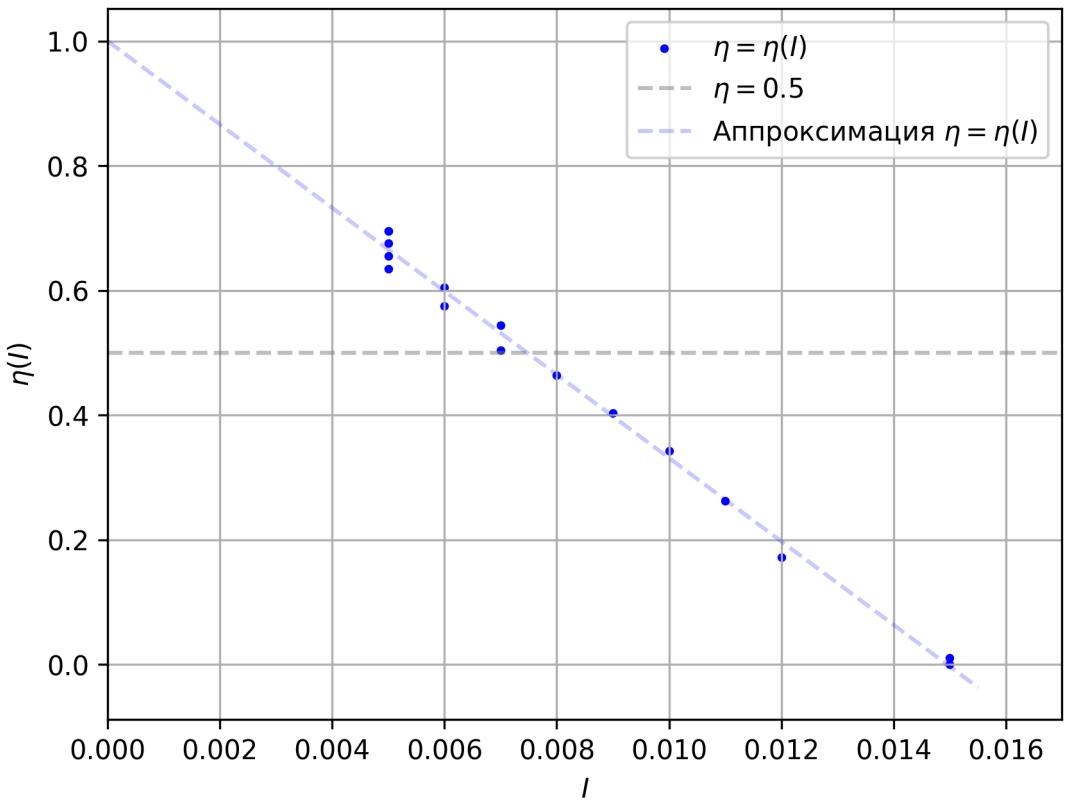


Рис. 5: Значения КПД как функции $\eta = \eta(I)$

Проведем горизонтальную на Рис. 5 линию $\eta = 0.5$. Видно, что она пересекает линию графика примерно в $I = 0.007\text{A} \approx I^* = 0.0075\text{A}$.

Приложение

№	U , В	I , мА	P_R , мВт	P_S , мВт	P , мВт	η
1	0.100	15.000	1.500	149.306	148.809	0.010
2	0.000	15.000	0.000	149.306	148.809	0.000
3	1.700	12.000	20.400	95.556	119.047	0.171
4	2.600	11.000	28.600	80.294	109.126	0.262
5	3.400	10.000	34.000	66.358	99.206	0.343
6	4.000	9.000	36.000	53.750	89.285	0.403
7	4.600	8.000	36.800	42.469	79.365	0.464
8	5.000	7.000	35.000	32.516	69.444	0.504
9	5.400	7.000	37.800	32.516	69.444	0.544
10	5.700	6.000	34.200	23.889	59.524	0.575
11	6.000	6.000	36.000	23.889	59.524	0.605
12	6.300	5.000	31.500	16.590	49.603	0.635
13	6.500	5.000	32.500	16.590	49.603	0.655
14	6.700	5.000	33.500	16.590	49.603	0.675
15	6.900	5.000	34.500	16.590	49.603	0.696
16	6.900	5.000	34.500	16.590	49.603	0.696

Табл. 2: Результаты прямых измерений и их обработка